



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**CAMBIOS ESQUELÉTICOS Y DENTOALVEOLARES DESPUÉS DE TRACCIÓN
TRANSALVEOLAR CON RESORTES CERRADOS DE NI-TI EN UNA MUESTRA
DE CANINOS MAXILARES RETENIDOS**

VIVIANA ANDREA ARENAS PÉREZ

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR
BOGOTÁ
2016**

**CAMBIOS ESQUELÉTICOS Y DENTOALVEOLARES DESPUÉS DE TRACCIÓN
TRANSALVEOLAR CON RESORTES CERRADOS DE NI-TI EN UNA MUESTRA
DE CANINOS MAXILARES RETENIDOS**

Viviana Andrea Arenas Pérez

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar por el título
de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

Director: Dr. Gustavo Armando Ruiz Mora

Odontólogo y Ortodoncista Universidad Nacional de Colombia
Magister en Radiología Universidad de Perú

Co-director: Salomón Yezioro

Odontólogo y Ortodoncista Universidad Nacional de Colombia

Línea de Investigación:

Diagnóstico y Terapéutica

Grupo de Investigación:

Ortodoncia Actualizada en Investigación – ORTOACTIV

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR
BOGOTÁ**

2016

A mi mamá especialmente por ser la mejor, por su apoyo incondicional, por darme esas palabras de aliento cuando más lo necesitaba, por creer siempre en mí, por enseñarme a no rendirme a pesar de las adversidades y por impulsarme cada vez que sentía no poder seguir adelante.

A mi papá, que a pesar de la distancia, siempre estuvo dando ánimo para continuar.

A mis sobrinos que son la luz de mis ojos, gracias por amarme tanto como yo los amo.

A mi hermana por ayudarme a creer en mis capacidades, por no dejar que las adversidades me hicieran tomar decisiones apresuradas siempre teniendo como objetivo la meta que me había propuesto, ser ortodoncista de la Universidad Nacional.

A mi abuelita por su amor incondicional, por siempre creer en mí, por apoyarme cuando más lo necesitaba

A mi abuelito, primos y tía Yadi que aunque ya no estén físicamente conmigo, gracias por inculcarme el valor de la responsabilidad, de la entrega absoluta y del compromiso, siempre los llevo y los llevaré en mi corazón.

Agradecimientos

A Dios por ayudarme a cumplir uno de mis sueños que era el de ser ortodoncista, por darme la fortaleza para seguir adelante y creer que sí era posible.

Al Dr. Gustavo Armando Ruiz por compartir sus conocimientos, por su apoyo incondicional durante el posgrado y durante la realización de este trabajo de investigación

Al Dr Salomón por su constante ayuda durante la elaboración de ese trabajo y especialmente por su calidez humana

A mi compañera de tesis Alejandra Rodríguez por su apoyo, su ayuda y su acompañamiento en todo este proceso, excelente persona y amiga.

Al equipo de trabajo de Dentofacial por su ayuda incondicional, por su compromiso y por apoyarme durante la elaboración de este trabajo.

Al posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar por mi formación como ortodoncista.

RESUMEN

Objetivo: Describir y cuantificar los cambios esqueléticos y dentoalveolares después de la tracción transalveolar con resortes cerrados de NiTi en una muestra de caninos maxilares retenidos a través radiografías laterales y modelos de estudio pre y postratamiento. **Método:** Para definir la impactación de los caninos maxilares y clasificar la muestra inicial, se tuvieron en cuenta Tomografías de Haz Cónico tomadas antes del tratamiento. El material de estudio consistió en 20 radiografías laterales y 20 modelos digitalizados pre y postratamiento (30 caninos retenidos) de pacientes colombianos del altiplano cundi-boyacense, tratados mediante tracción transalveolar con resortes cerrados de Ni-Ti, (7 hombres y 13 mujeres) con una edad promedio de 17.6 años. En los modelos digitalizados con 3Shape R700™, fueron comparadas las medidas de anchura interincisiva, anchura interpremolar, anchura intermolar, longitud y perímetro de arco y en el análisis cefalométrico analizado con el Software Dolphin Imaging 11.7 Premium beta. 2016. Patterson Dental, Inc, se comparó: SNA, SNB, ANB, IPP, PP/MP, NA-APog, Gla'-Sn-Pog', Co-A y Wits. Posteriormente se realizó un análisis estadístico con la prueba t pareada para comparar las diferencias en los valores pre y postratamiento y para el análisis de los subgrupos se utilizó ANOVA de una vía y t de Bonferroni. **Resultados:** Cambios en arcos dentales postratamiento, fueron estadísticamente significativos $p < 0.05$, excepto para ancho intermolar y perímetro de arco. La tendencia general fue hacia el aumento de las anchuras interpremolares, en 85% de los casos hubo aumento (17 de 20 casos). Ancho interincisivo tendió a disminuir y la longitud de arco a aumentar. Los cambios esqueléticos postratamiento fueron significativos para: ANB, U1-PP, Co-A y NA-APog. No hubo diferencias estadísticamente significativas postratamiento en las dimensiones de los arcos dentales ni esqueléticos, al comparar posición palatina, vestibular o centrada bicorticalmente, ni tampoco para la condición unilateral o bilateral. **Conclusiones** Se hallaron incrementos significativos en las anchuras interpremolares y longitud de arco posterior a la tracción de caninos maxilares. Se observó aumento significativo en la medida cefalométrica U1-PP y disminución en las medidas CoA, NA-APog y ANB posterior

a la tracción de los caninos maxilares. Se halló impactación bicortical en el 40% de la muestra, posición no reportada hasta ahora en la epidemiología de caninos retenidos

Palabras Clave: Caninos maxilares, Dientes retenidos, TCHC (CBCT), Dimensiones de arco, Dimensiones esqueléticas, Tratamiento de caninos retenidos y Resortes cerrados de Ni-Ti.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to describe and quantify skeletal and dentoalveolar changes after transalveolar traction with nickel-titanium closed-coil springs in a sample of maxillary canines impacted on lateral radiographs and digital models of pre and post-treatment study. **Method:** To define the impaction of maxillary canines and classify the initial sample, were considered Cone Beam CT scans taken before treatment. The study material consisted of 20 lateral radiographs and 20 models digitized pre and post-treatment (30 impacted canines) of Colombian patients of cundi-boyacense altiplane, treated with transalveolar traction with nickel-titanium closed-coil springs, (7 men and 13 women) an average age of 17.6 years. In models digitized with 3Shape R700™, were compared interincisive, interpremolar and intermolar widths, length and perimeter arc. In the cephalometric analysis done with Software Dolphin Imaging 11.7 Premium beta. 2016. Patterson Dental, Inc, compared: SNA, SNB, ANB, IPP, PP / MP, NA-Apog, Gla'-Sn-Pog 'Co-A and Wits. Subsequently, a statistical analysis paired t-test was performed to compare the differences in values before and after treatment and analysis of subgroups way ANOVA was used and Bonferroni t. **Results:** Changes in dental arches after treatment were significant, except for intermolars width and perimeter arc. The general trend was towards increasing the interpremolars widths, in 85% of cases there was an increase (17 of 20 cases). Interincisive width tended to decrease and the arc length to increase. Post-treatment skeletal changes were significant for: ANB, U1-PP, Co-A and NA-APog. There were no statistically significant differences in the dental arch and skeletal dimensions, comparing palatal, centered or vestibular position or unilateral or bilateral condition.

Conclusions: Significant increases were found in the interpremolars width and length arc after maxillary canine traction. Significant increase was observed in cephalometric measurement U1-PP and decrease in ANB, CoA and NA-APog

post- treatment. Bicortical impaction was found in 40% of the sample, position not reported so far in the epidemiology of canines

Keywords: Maxillary canines, Impacted teeth, CBCT, Dimensions arc, Skeletal dimensions, canines and Nickel- titanium closed-coil springs treatment.

CONTENIDO

Resumen

Lista de figuras

Lista de gráficas

Lista de tablas

1. Identificación	
2. Introducción	3
3. Justificación	5
3.1 Formulación del problema.....	5
4. Objetivos	
4.1 Objetivo general.....	5
4.2 Objetivos específicos.....	6
5. Marco teórico	
5.1 Etiología de la retención de caninos.....	6
5.2 Diagnóstico de la retención de caninos.....	8
5.3 Tratamiento de la retención de caninos.....	8
5.4 Características esqueléticas y dentoalveolares de los pacientes con caninos retenidos	12
6. Diseño metodológico	
6.1 Tipo de estudio.....	13
6.2 Población y muestra.....	13
6.3 Criterios de inclusión.....	14
6.4 Criterios de exclusión.....	14
6.5 Metodología.....	14
6.5.1 Medición de radiografías laterales.....	18
6.5.2 Medición de modelos de estudio.....	24
6.6 Medición del error.....	29
6.6.1 Medidas cefalométricas.....	29
6.6.2 Medidas en modelos de estudio.....	30
6.7 Análisis estadístico.....	30

7. Resultados.....	31
8. Discusión.....	35
9. Conclusiones y recomendaciones	
9.1 Conclusiones.....	41
9.2 Recomendaciones.....	42
10. Bibliografía.....	43

Lista de figuras

Figura 6-1. Puntos anatómicos y medidas cefalométricas.....	23
Figura 6-2. Trazos cefalométricos.....	23
Figura 6-3. Escáner 3Shape R700™.....	24
Figura 6-4 Programa Rhinoceros 5 (64-bit).....	25
Figura 6-5 Modelo superior digital	26
Figura 6-6 Identificación de los puntos	27
Figura 6-7 Mediciones entre los puntos	27
Figura 6-8 Medición de la Longitud de arco.....	28

Lista de gráficas

Gráfica 6-1. Distribución de la muestra por sexo.....	15
Gráfica 6-2. Distribución de la muestra por ubicación.....	15
Gráfica 6-3. Distribución de la retención	16
Gráfica 7-1 Diferencia promedio en las medidas de modelos.....	32
Gráfica 7-2 Diferencias significativas en medidas cefalométricas	33

Lista de tablas

Tabla 6-1	Definición de las variables de dimensión de arco.....	28
Tabla 7-1	Cambios en las dimensiones en modelos (mm)	31
Tabla 7-2	Cambios en las medidas cefalométricas (promedio \pm s) ($^{\circ}$ / mm).....	32
Tabla 7-3	Análisis de subgrupos por ubicación de impactación modelos.....	34
Tabla 7-4	Análisis de subgrupos por ubicación de impactación cefalometría.....	34

1. IDENTIFICACIÓN

TÍTULO	CAMBIOS ESQUELÉTICOS Y DENTOALVEOLARES DESPUÉS DE TRACCIÓN TRANSALVEOLAR CON RESORTES CERRADOS DE NI-TI EN UNA MUESTRA DE CANINOS MAXILARES RETENIDOS
INVESTIGADOR	VIVIANA ANDREA ARENAS PÉREZ Residente Posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar
DIRECTOR	GUSTAVO ARMANDO RUIZ MORA Docente, Facultad de Odontología. Universidad Nacional
CODIRECTOR	SALOMON YEZIORO RUBINSKY Docente, Facultad de Odontología. Universidad Nacional
GRUPO DE INVESTIGACIÓN	ORTODONCIA ACTUALIZADA EN INVESTIGACIÓN - ORTOACTIV

2. INTRODUCCIÓN

La retención dentaria, es definida como la interrupción del proceso fisiológico eruptivo, causada por una barrera física en la vía de erupción, donde los dientes permanecen sumergidos en el hueso alveolar (1). La retención de los caninos se da con una frecuencia del 2.5 % en los caninos maxilares siendo estos los dientes con mayor frecuencia de impactación precedida por los terceros molares superiores (2). Ocurre en su gran mayoría en pacientes de sexo femenino en proporción de 2:1, presentándose una mayor retención en la región palatina en un 85 % de los casos y en un 15 % por vestibular (3). Los caninos maxilares tienen un largo proceso de desarrollo y un trayecto extenso desde el punto de su formación lateral a la fosa piriforme hasta llegar a la oclusión final lo que genera cambios con mayor frecuencia su vía de erupción, llevando una erupción ectópica o una impactación ya sea vestibular, bicortical o palatina (4). Los caninos son esenciales para una oclusión funcional desempeñando también un papel significativo en la sonrisa, por esta razón se hace importante planear un tratamiento que lleve a su tracción y ubicación en el arco.

En cuanto a la etiología de la retención de caninos, esta se ha asociado a la genética relacionándola con anomalías en forma tamaño y número o a condiciones esqueléticas y transversales de los maxilares. La retención por vestibular se ha vinculado a deficiencia transversal del maxilar, mientras que para la retención por palatino a un exceso transversal maxilar (5) (6) (7) (8). En cuanto a las características esqueléticas que se asocian con la retención canina palatina están maxilar con mayor prognatismo, maloclusión clase I o clase II, retroinclinación de incisivos superiores y crecimiento hipodivergente, para la retención por vestibular esta se relaciona con mayor retrognatismo maxilar, clase III esquelética y menor frecuencia de retroinclinación de incisivos superiores (9)

La retención de los caninos genera migración de los dientes vecinos, pérdida de longitud de arco, formación de quistes dentígeros y reabsorción radicular de los dientes vecinos lo que hace que su tratamiento sea de gran importancia (10).

Teniendo en cuenta medios de diagnóstico 3D como la Tomografía Computarizada de Haz cónico, que permite identificar la ubicación del canino, proximidad radicular, presencia de reabsorción radicular, tamaño del folículo dental y evaluar condiciones anatómicas locales, se hace posible realizar una planeación biomecánica efectiva para la tracción del canino, mejorando el pronóstico de los mismos, evitándose así exodoncias innecesarias (11) (12) (13) (14) (15).

Las investigaciones sobre el tema se enfocan hacia las características dentoalveolares y cefalométricas que se presentan antes del tratamiento de la impactación de los caninos (6) (8) (9), pero no se encuentran estudios que reporten los cambios dento-esqueléticos generados con un protocolo de tracción ortodóntica o guía orto-quirúrgicamente estandarizada de dichos caninos retenidos. Por esta razón se propuso comparar mediciones en radiografías y modelos de los cambios pre y postratamiento de tracción transalveolar mediante resortes cerrados de NiTi con un protocolo de tracción estandarizado, en una muestra de caninos maxilares retenidos.

Para ello se seleccionaron 20 radiografías laterales y modelos de estudio pre y postratamiento de pacientes con caninos maxilares retenidos, los cuales fueron tratados con resortes de Ni-Ti para la tracción transalveolar.

3. JUSTIFICACIÓN

Los caninos maxilares tienen un largo proceso de desarrollo lo que lleva a que cambie con mayor frecuencia su vía de erupción y teniendo en cuenta que son los dientes con mayor frecuencia de impactación precedidos solo por los terceros molares, es importante, realizar un diagnóstico preciso que permita su identificación temprana.

Con la llegada de la TCHC a la ortodoncia, el diagnóstico de la retención de los caninos se ha podido realizar con mayor precisión, lo que ha llevado a un mejor pronóstico, planeación biomecánica más eficiente y tratamientos de tracción exitosos

Teniendo en cuenta que se han asociado características esqueléticas y dentoalveolares a la impactación de los caninos, el hecho de identificar qué cambios dentoalveolares y esqueléticos genera el tratamiento para su tracción y ubicación en el arco con un protocolo estandarizado, permitirá identificar qué tipo de conductas preventivas se pueden llevar a cabo antes de que se genere la impactación.

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los cambios esqueléticos y dentoalveolares después de la tracción ortodóncica transalveolar con resortes cerrados de NiTi en una muestra de caninos maxilares retenidos?

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Describir y cuantificar los cambios esqueléticos y dentoalveolares después de la tracción transalveolar con resortes cerrados de NiTi en una muestra de caninos

maxilares retenidos utilizando radiografías laterales y modelos de estudio pre y postratamiento.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la técnica de tracción transalveolar de caninos maxilares retenidos con resortes cerrados de Ni-Ti
- Comparar los cambios esqueléticos y dentoalveolares generados por la tracción ortoquirúrgica de caninos impactados por palatino, vestibular y centrados bicorticalmente.
- Comparar los cambios esqueléticos y dentoalveolares generados por la tracción ortoquirúrgica de caninos impactados unilaterales vs. bilaterales

5. MARCO TEÓRICO

La impactación de los caninos maxilares permanentes, se presenta como un problema clínico de manera frecuente, requiriendo para su diagnóstico y tratamiento la experticia del odontólogo general, odontopediatra, cirujano oral, periodoncista y ortodoncista (10).

5.1 ETIOLOGÍA DE LA RETENCIÓN DE CANINOS

Los caninos maxilares tienen un proceso de desarrollo prolongado así como un trayecto extenso desde el punto de su formación lateral a la fosa piriforme hasta llegar a la oclusión final lo que lleva a que cambie con mayor frecuencia su vía de erupción, generando una erupción ectópica o una retención ya sea vestibular, palatina. Dentro de los efectos que producen la retención de los caninos se encuentra: migración de los dientes vecinos, pérdida de longitud de arco, formación de quistes dentígeros y reabsorción radicular de los dientes vecinos (10).

El proceso normal de erupción puede ser alterado por uno o varios factores etiológicos dentro de los cuales están: vía eruptiva anormal, alteración en la reabsorción radicular de los dientes deciduos, dientes supernumerarios, apiñamiento dental y quistes dentígeros (5).

Las teorías que explican la retención de los caninos maxilares son la teoría de la orientación y la teoría genética. Según la teoría genética la retención de los caninos superiores se asocia con otras anomalías genéticas como la hipoplasia del esmalte, aplasia de los premolares inferiores, infraoclusión de molares temporales y microdoncia de laterales superiores (16). En cuanto a la teoría de la orientación, esta propone que la raíz del incisivo lateral, sirve como guía para la erupción de los caninos, si la raíz del lateral está ausente o no hay adecuada formación, no habrá una adecuada erupción del canino (4).

En cuanto a la etiología primaria para la retención de los caninos maxilares se encuentra la prolongada retención del canino temporal, alteraciones en la secuencia de erupción, falta de espacio, cierre prematuro de la raíz, hendiduras, quistes dentígeros y odontomas. En cuanto a las causas secundarias para la retención se encuentran alteraciones endocrinas, condiciones febriles, irradiaciones, deficiencias de vitamina D y presión muscular anormal (17).

En la retención en la zona palatina, su etiología se ha asociado al exceso de espacio en la base apical del maxilar, pérdida de los incisivos laterales, dientes supernumerarios y maloclusión clase II división 2, sugiriendo que la pérdida de espacio no es la causa de retención de caninos en la región palatina, por otro lado, la retención de los caninos en la región vestibular si ha sido asociada a la disminución de la longitud de arco (9).

En cuanto a la etiología de la retención de los caninos por palatino, esta no es clara. Se ha relacionado esta retención con el exceso de espacio en el arco superior

permitiendo que el canino se desplace desde la región vestibular hacia la región palatina. Stellzig y col en 1994 encontraron una suficiente longitud de arco en el 85% de los pacientes con retención de los caninos por palatino, sin embargo, McConnell y col (1996) encontraron que la deficiencia transversal del maxilar se relacionaba con la retención de los caninos pero en este estudio no se tuvo en cuenta la ubicación de la retención canina (6).

La etiología de la retención de los caninos por vestibular, se ha asociado la falta de espacio en el arco dental superior y en la base apical del maxilar lo que genera su impactación (9).

5.2 DIAGNÓSTICO DE LA RETENCIÓN DE CANINOS

El diagnóstico de la retención de los caninos se basa en el examen clínico y radiográfico. Los signos clínicos que pueden indicar la presencia de retención del canino son: erupción tardía o migración de los incisivos laterales permanentes, retención prolongada del canino temporal más allá de los 14-15 años, ausencia de la erupción del canino permanente más allá de los 14-15 años, ausencia de la protuberancia canina y presencia de protuberancia palatina (18).

Dentro del diagnóstico radiográfico inicial se incluye la radiografía periapical, panorámica, y oclusal con una representación bidimensional, las cuales ayudan a dar un diagnóstico inicial del canino impactado, para dar un diagnóstico más preciso se encuentra la Tomografía Computarizada de Haz Cónico la cual ayuda a determinar exactamente la posición del canino impactado en las tres dimensiones del espacio evaluando también las raíces de los dientes adyacentes y la cantidad y calidad ósea alrededor de cada diente (5).

5.3 TRATAMIENTO DE LA RETENCIÓN DE CANINOS

Dentro de las alternativas de tratamiento se encuentran la exodoncia del canino impactado, transplante autógeno, exodoncia del canino impactado e implante en la

zona del canino y exposición quirúrgica del canino con adhesión de aditamentos ortodónticos que permitan la tracción, estas alternativas deben ser evaluadas particularmente para cada caso (5).

Teniendo en cuenta que un tratamiento ortodóntico debe estar enfocado hacia una adecuada oclusión, salud periodontal, armonía de la sonrisa y estabilidad post tratamiento, para lograr estas condiciones, es esencial la presencia de los caninos, por lo que el tratamiento de los caninos impactados debe estar enfocado hacia la tracción y ubicación de los mismos en el arco (5).

Con la llegada de la TCHC, la posibilidad de localizar exactamente el canino impactado, permite diseñar un sistema de fuerzas con los vectores adecuados, que resulten en un movimiento dental rápido con efectos deletéreos mínimos tanto para el diente impactado como para los dientes adyacentes(4).

Para realizar la tracción de los caninos, se requiere de un sistema de fuerzas óptimo que promueva la mayor respuesta biológica con un daño tisular mínimo lo que genera un movimiento rápido con poco o ningún efecto deletéreo. (4)(19)

Los dientes retenidos están usualmente asociados con la pérdida de espacio, por lo que el tratamiento debe estar enfocado en crear primero el espacio para la tracción hacia el arco dental, posteriormente exponer quirúrgicamente el diente para poner adecuar aditamentos que permitan aplicar la fuerza apropiada con un amplio rango de trabajo. Ese espacio debe ser generoso superando el tamaño mesodistal del diente retenido de 2 a 4mm, se debe generar una alineación y nivelación de todos los dientes erupcionados, controlando los movimientos radiculares y coroneales (5).

Con la alineación y nivelación inicial, se debe contar con una unidad de anclaje rígida que va por la superficie palatina, lo que impide que haya distorsión del arco al aplicar la fuerza para la tracción del canino impidiendo así mismo efectos indeseados como la intrusión de dientes adyacentes (5).

Se debe generar un espacio amplio pericoronario para poder realizar la tracción quirúrgica, facilitando la adhesión del elemento de tracción permitiendo el paso de los resortes. Se deben remover los obstáculos físicos para que la retención pueda ser solucionada. Posteriormente se deben adherir aditamentos que permitan la tracción de los caninos los cuáles deben adaptarse a la superficie dental, deben tener un bajo perfil y dimensiones lo que permite que sean menos irritantes para los tejidos que los rodean (5).

En el estudio realizado por Smith y col encontraron que el espacio disponible para el canino y la dimensión transversal de los molares superiores indican la necesidad o no de expansión para la tracción del canino o de extracción del mismo, cada milímetro de espacio que aumentaba a nivel del canino y de dimensión transversal de los molares superiores disminuía la probabilidad de expansión o extracción (2).

La planeación del tratamiento, depende de la situación clínica individual que se presente. La expansión ya sea del arco o del área local, es necesaria en algunos casos para crear un espacio adecuado para la erupción del canino (2).

Con la llegada de la TCHC en odontología, se puede dar un diagnóstico más acertado y por lo tanto a una adecuada planeación del tratamiento, obtener medidas como la longitud total del canino, ancho de la corona, distancia de la cúspide del canino hasta la posición ideal y espacio meso distal desde la superficie distal del lateral hasta la superficie mesial del primer premolar, lo que permite realizar un diseño biomecánico adecuado para cada caso (20).

Se han reportado diferentes métodos de tracción dentro de los cuales está la ligadura en la región cervical, imanes, cadenetras y tracción con resortes cerrados de NiTi. La localización de la impactación dicta el tiempo y el tipo de cirugía que se debe emplear (2).

Dentro de las técnicas quirúrgicas para la tracción está la técnica de erupción cerrada y la técnica de erupción abierta. La técnica de erupción cerrada genera unos resultados estéticos a largo plazo los cuales son mejores y más predecibles, esto se le ha atribuido a que la técnica cerrada simula la erupción normal de los dientes (5).

La técnica de erupción cerrada, involucra la elevación de un colgajo mucoperióstico exponiendo la corona del canino impactado removiendo la cantidad de hueso suficiente para permitir el movimiento dental, posterior a la adhesión del elemento de tracción y a la colocación de resortes de tracción, se procede a suturar el colgajo y al recubrimiento del diente (21) (22) (23).

Dentro de los resortes de tracción, se encuentran los resortes cerrados de NiTi que se utilizan para cierre de espacios, retracción o protracción y para la tracción de dientes impactados. Estos resortes presentan un periodo de fuerza constante durante la de desactivación diferente a la descarga inmediata de los módulos elásticos. Los resortes cerrados de Ni-Ti al ser comparados con los módulos elásticos y el uso de ligadura en la tracción de caninos, estos muestran un mayor rango de activación con una fuerza constante, características ideales al momento de traccionar un canino (5) (24). Las bajas fuerzas constantes que generan los resortes de NiTi son biológicamente más compatibles que las altas fuerzas intermitentes que generan los módulos elásticos (25).

Como propiedades mecánicas únicas del NiTi se incluye la superelasticidad y la memoria de forma, lo que genera un impacto significativo en la mecánica del tratamiento ortodóntico (26).

La superelasticidad se refiere a la capacidad de una aleación de exhibir valores de estrés constante en un amplio rango. En ortodoncia, esta propiedad permite que un resorte de NiTi exhiba aproximadamente la misma cantidad de fuerza si se activa a

una pequeña o a una gran distancia, lo que equivale a generar aproximadamente la misma cantidad de fuerza independiente de la distancia de la activación generando fuerzas constantes con un alto rango de activación (26). En cuanto a la memoria de forma, esta se refiere a la capacidad de un material para volver a su forma original (fase austenítica) después de que se deforma en la fase martensítica (26). Estas propiedades hacen que el NiTi sea el material de elección en ortodoncia cuando se requiere un largo rango de activación con una relativa fuerza constante.

Los resortes de NiTi tienen una longitud de 9 a 12mm, teniendo los resortes de 9mm una superficie activa de 5mm en donde los 4 mm restantes corresponden a los 2 ojaletes que se encuentran en los extremos con una dimensión de 2mm cada uno (27).

Aunque las propiedades del NiTi en cuanto a su memoria de forma y superelasticidad son las ideales para la tracción de los caninos, es necesario tener en cuenta que la longitud, calibre, tamaño de la luz y fabricación son parámetros que afectan la fuerza generada por los resortes cerrados de NiTi (27).

5.4 CARACTERÍSTICAS ESQUELÉTICAS Y DENTOALVEOLARES DE LOS PACIENTES CON CANINOS RETENIDOS

Los pacientes con retención de caninos por palatino muestran un maxilar con mayor prognatismo, maloclusión clase I o clase II, retroinclinación de incisivos superiores y crecimiento hipodivergente. En cuanto a los pacientes con retención de caninos por vestibular se presenta mayor retrognatismo maxilar, clase III esquelética y menor frecuencia de retroinclinación de incisivos superiores (9).

En cuanto a la relación de las discrepancias transversales y la retención de los caninos maxilares, ha existido controversia. La deficiencia transversal anterior es

significativa en pacientes con impactaciones del canino, se ha asociado la deficiencia esquelética de la premaxila con impactaciones a nivel vestibular mientras que un exceso transversal maxilar se ha asociado con retención palatina, sin embargo, en estudios realizados por Langberg y Peck no encontraron diferencias significativas entre las dimensiones transversales anteriores y posteriores en pacientes con caninos impactados (5) (28)

Yoojun Kim y col (2012) estudiaron la relación entre la posición del canino superior impactado y la morfología del maxilar, teniendo en cuenta la relación entre la longitud de arco/ancho intermolar x100 y para la profundidad de la bóveda palatina la profundidad de la bóveda palatina/ancho intermolar x100. Ellos encontraron que la forma del maxilar en el grupo de caninos impactados por palatino, era más estrecha y elongada con una bóveda palatina más profunda. (29).

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 TIPO DE ESTUDIO

Analítico, retrospectivo

6.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población fue de la consulta particular del Dr Gustavo Armando Ruiz Mora evaluando 67 pacientes del altiplano cundi-boyacense con 98 caninos maxilares impactados tratados con tracción transalveolar utilizando resortes cerrados de Ni-Ti (36 unilaterales y 31 bilaterales)

Teniendo en cuenta los criterios de inclusión rigurosamente, se obtuvo una muestra de 20 pacientes pre y postratamiento para una evaluación de 30 caninos retenidos (10 unilaterales y 10 bilaterales). Para la selección de la muestra, se evaluaron las tomografías para diagnosticar y clasificar la retención de los caninos

El estudio fue realizado utilizando radiografías laterales y modelos de estudio pre y postratamiento de pacientes con caninos maxilares impactados, tratados con tracción transalveolar con resortes cerrados de Ni-Ti.

6.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes en dentición permanente
- Pacientes con diagnóstico sagital, coronal y axial de retención de caninos superiores con tomografía de haz cónico.
- Pacientes con tratamiento con tracción transalveolar de caninos maxilares retenidos utilizando resortes cerrados de NiTi.

6.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

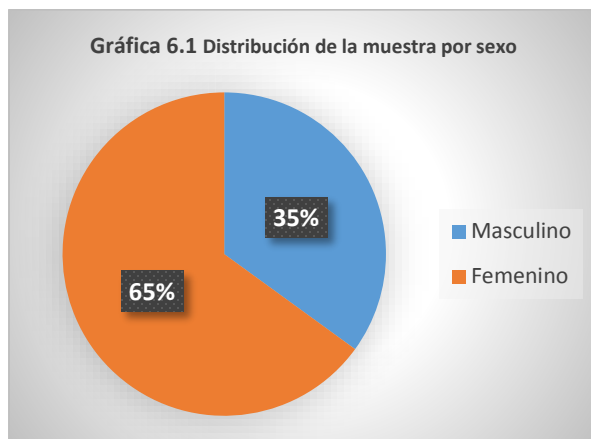
- Antecedentes de trauma dental
- Anomalías dentofaciales severas
- Pacientes con tratamiento previo de tracción no exitoso

6.5 METODOLOGÍA

El material de estudio comprendió modelos, radiografías de perfil pre y postratamiento y CBCT pretratamiento. Fue acogida la Resolución 8430 de 1993 según CAPITULO I, DE LOS ASPECTOS ETICOS DE LA INVESTIGACION EN SERES HUMANOS ARTICULO 8 En las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo, sujeto de investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice y ARTICULO 11 a Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta (30).

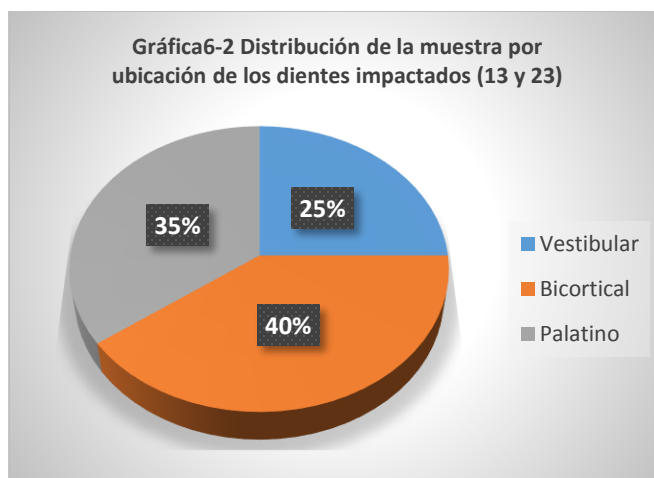
Se seleccionaron las radiografías laterales y los modelos de estudio iniciales y postratamiento de 20 pacientes, de los cuales 13 pacientes eran de sexo femenino (65%) y 7 pacientes de sexo masculino (35%) con edades entre los 10 a 35 años, promedio 17,6 y desviación estándar 7,2. (Gráfica 6-1).

Gráfica 6-1. Distribución de la muestra por sexo.



La muestra fue dividida según la ubicación de la retención de los cuales 5 (25%) pacientes presentaron retención por vestibular, 8 (40%) retención bicortical y 7 (35%) retención palatina para realizar la comparación de los subgrupos, teniendo en cuenta la ubicación de la retención (Gráfica 6-2)

Gráfica 6.2 Distribución de la muestra por ubicación



Según la lateralidad 10 pacientes (50%) tenían retención unilateral y 10 (50%) retención bilateral (Gráfica 6-3).

Gráfica 6.3 Distribución de la retención unilateral o bilateral



El protocolo de tracción utilizado en todos los pacientes fue el del Dr Gustavo Armando Ruiz Mora- Ortodoncista -MSC.DDS. Radiólogo Oral y Maxilofacial.

PROTOCOLO BÁSICO PARA TRATAMIENTO DE TRACCION ORTODÓNCICA QUIRÚRGICAMENTE ASISTIDA PARA DIENTES RETENIDOS.

FASE DIAGNÓSTICA

- 1- Diagnóstico básico de la anomalía eruptiva: “DIENTE RETENIDO”. Se fundamenta en imágenes digitales 2D y se corrobora necesariamente con imágenes **CBCT-3D***.
- 2- Evaluación de posición vestibular, palatina o alveolar centrada bicorticalmente. Localización vertical cefalo-caudal del diente retenido. Determinación de factores de retención y secuelas colaterales. **Diagnóstico de viabilidad y mapa renderizado del diente retenido.***
- 3- Diseño del plan ortodóncico biomecánico de inicio, progreso y finalización. Definición del plan quirúrgico.

FASE PREQUIRÚRGICA

- 4- Alineamiento, nivelación, **preparación de espacios*** y diseño del anclaje
- 5- Diseño y **fijación del anclaje palatino fijo con extensiones vestibulares***. Anclaje esquelético con DATs (Dispositivos o Miniimplantes para anclaje temporal) para la tracción puede ser un complemento. Es imprescindible anclaje con arco palatino rígido de acero 0,044" o 0,047" con extensiones para ganchos vestibulares en 0.028" o 0.0332" y arco vestibular de acero sobre brackets con ranura 0,022", en calibres al menos 0,017" o 0.019"X 0,025".
- 6- Adaptación del anclaje y diseño quirúrgico definitivo.

FASE QUIRÚRGICA

7. **METODO CERRADO** (Excepcionalmente método abierto). Colgajos mucoperiosticos, exodoncia del canino temporal, ostectomías, remoción de patologías, despeje del esmalte, túnel óseo y fijación de 1, 2 o 3 resortes cerrados de Ni-Ti con ojaletes ligados a un bracket botón de adhesión directa ("Ni-Ti closed coil springs with buttons") (Dentos Inc. Corea. De 8mm y/o 13mm x 100gm o150gm)
- 8 **Tracción osteogénica inmediata del (los) resorte(s)*** hacia el anclaje sólido bio-mecánicamente programado

FASE POSQUIRÚRGICA

- 9 Estiramiento del resorte 4, 5 o 6mm cada 4,5 o 6 semanas con "magnitud, dirección y sentido" según diseño biomecánico.
- 10 Control radiográfico periódico (de cambios en posición cada 8 a 12 semanas, hasta lograr emergencia de la cúspide sobre el margen de encía adherida)

***Son requisitos ineludibles en este PROTOCOLO.**

RECOMENDACIONES

1. No iniciar proceso quirúrgico de ortotracción si no existe suficiente espacio preparado para el diente retenido equivalente al tamaño meso-distal del

diente problema, más un excedente de 2 a 4 mm. Resortes abiertos de Ni-Ti 0,045" x 0,012" (RMO) abren espacios.

2. El anclaje palatino sólido y rígido debe ser cementado 4 semanas antes de la cirugía para favorecer adaptación en tejidos blandos y acomodación interdental de los ganchos. El arco vestibular rígido siempre debe ser "cinchado". Utilidad promedio al menos 6 meses +/- 3 meses
3. Activación transquirúrgica inmediata acorde con el plan biomecánico. La activación debe ser probada según vectores programados antes de suturar.
4. Reactivar cada 4, 5 o 6 semanas los resortes 4,5, o 6 mm hacia los ganchos auxiliares vestibulares y/o palatinos del anclaje. Pueden ser anclajes a DATs si han sido contemplados.
5. Evite siempre que los helicoides del resorte libre, se sumerjan en la encía adherida circundante vestibular o palatina. Los helicoides libres que emergen sobre el mucoperiostio siempre deberán estar en voladizo sobre ganchos auxiliares
6. Intente no exponer pronta o prematuramente la superficie del esmalte sobre el mucoperiostio para garantizar la mayor osteogénesis posible en el frente de tracción.
7. Los incisivos laterales 12 y 22 no deben ser fijados al arco si presentan reabsorción radicular o si obstruyen o impiden el desplazamiento lateral del canino retenido.

6.5.1 MEDICIÓN DE RADIOGRAFÍAS LATERALES

Para iniciar con las mediciones de las radiografías laterales, previamente se realizó la calibración con el Gold Standard Radiólogo, Ortodoncista, con más de 10 años de experiencia. La calibración empezó por revisión de la anatomía general que se puede observar en las radiografías laterales, localización de puntos y mediciones en el Software Dolphin Imaging 11.7 beta Patterson Dental Supply, Inc, procedimiento que se realizó durante 2 meses con dedicación de 4 horas

semanales. Durante este proceso de calibración se procedió también a personalizar las medidas requeridas en el Software Dolphin Imaging 11.7 beta Patterson Dental Supply, Inc . Al término del segundo mes de la calibración cuando ya hubo coincidencia en las medidas, esto evaluado con la prueba de Dalhberg, se procedieron a realizar las mediciones respectivas.

La medición de las variables en radiografías laterales se realizó digitalmente ya que se ha comprobado que no hay diferencias significativas entre los trazos digitales y los trazos manuales, además se reporta que comparado con el método manual, las mediciones computarizadas usando el Software Dolphin Imaging, proporcionan una ventaja significativa en cuanto al tiempo de trabajo requerido (31)

Debido a que algunas radiografías eran análogas, previamente cada una de las radiografías fueron digitalizadas con el escáner EPSON Expression® 1680 Professional con resolución óptica de 1600 x 3200 dpi, ubicando la regla Dolphin según el protocolo de digitalización de radiografías laterales del centro radiológico Rx DENTOFACIAL.

Estos archivos fueron guardados por carpetas con el nombre de cada paciente, identificando si la radiografía era inicial o final. Para el análisis de las radiografías se utilizó el programa Dolphin Imaging 11.7 Premium beta. 2016. Patterson Dental.

Las mediciones a realizar sobre las radiografías laterales de cráneo fueron:

- Angulares: SNA, SNB, ANB, Incisivo superior Plano palatino, ángulo maxilo mandibular, $Gla' - Sn - Po'$ y NA-APog
- Lineales: Medida de Wits, Co-A.

En la radiografía se localizaron los siguientes puntos y planos, estas definiciones fueron tomadas del programa Dolphin Imaging 11.7 Premium:

- **Porion:** Punto más superior del meato auditivo externo
- **Orbital:** Punto más inferior del piso de orbita.

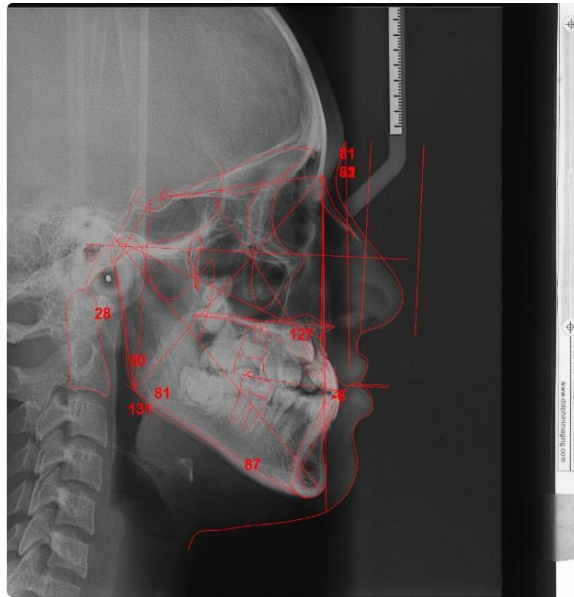
- **Cigomaxilar:** punto más inferior de la cresta cigomática
- **Temporal:** punto donde la pared anterior del temporal se une con el borde anterior del hueso esfenoides
- **Punto PT Point:** es la intersección del borde inferior del agujero redondo con la pared posterior de la fisura pterigomaxilar
- **Punto PTM:** punto más inferior de la fisura pterigomaxilar
- **Silla:** centro de la fosa pituitaria del hueso esfenoides
- **Apófisis Clinoides:** punto posterior del techo de la órbita donde se une con la parte anterior de la silla turca.
- **Piso de órbita:** punto más superior del piso de la orbita
- **Supraorbital:** punto más anterior de la intersección del techo de la órbita y su contorno lateral
- **Nasion:** intersección de la sutura internasal con la sutura frontonasal en el plano sagital medio
- **Basion:** punto más inferior del hueso occipital en el margen anterior del foramen occipital
- **Odontoides:** Punto más superior sobre la cúspide del proceso odontoides
- **Odontoidal anterior inferior:** punto anterior e inferior del proceso odontoides
- **Glabela (TB):** punto más anterior del hueso frontal
- **Nasion (TB):** perfil del tejido blando más cóncavo sobre el puente nasal
- **Puente Nasal:** punto medio entre Nasion (TB) hasta punta de la nariz.
- **Punta de la nariz:** punto más anterior de la curvatura de la nariz
- **Subnasal:** punto donde la nariz se une con el centro del labio superior
- **Punto A (TB):** punto más cóncavo entre subnasal y el punto anterior del labio superior
- **Labio superior:** punto más anterior sobre la curvatura del labio superior
- **Estomion superior:** punto más inferior sobre la curvatura del labio superior
- **Estomion inferior:** Punto más superior del labio inferior

- **Labio inferior:** punto más anterior sobre la curva del labio inferior
- **Punto B (TB):** punto más cóncavo entre el labio inferior y el tejido blando del mentón
- **Pogonion (TB):** punto sobre la curvatura anterior del tejido blando del mentón
- **Gnasion (TB):** punto medio entre el punto más anterior e inferior del mentón en el plano medio sagital sobre tejidos blandos
- **Menton (TB):** punto más inferior sobre el tejido blando del mentón
- **Punto garganta:** intersección de la línea tangente al cuello y la garganta
- **Punto B:** punto más posterior en la concavidad a lo largo del borde anterior de la sínfisis
- **Pogonion:** punto más anterior sobre el la sínfisis sagital media
- **Gnasion:** punto medio entre la punto más anterior e inferior sobre el mentón
- **Menton:** Punto más inferior sobre la sínfisis
- **Gonion:** punto más convejo a lo largo del borde inferior de la rama
- **Punto de la rama:** punto más posterior y superior del borde la rama
- **Articular:** borde posterior sobre el cuello del cóndilo
- **Cóndilo:** punto más posterosuperior del cóndilo
- **Punto A:** punto más profundo de la curvatura del maxilar entre la espina nasal anterior y el proceso alveolar.
- **Espina Nasal Anterior:** Punto ubicado en la parte más anterior del proceso espinoso del maxilar superior sobre el margen inferior de la cavidad nasal
- **Espina Nasal Posterior:** Punto más posterior del contorno horizontal de los huesos palatinos.
- **Borde labial gingival inferior:** Unión amelocementaria vestibular del incisivo inferior
- **Borde incisal inferior** está situado en el punto medio del borde incisal del incisivo central inferior

- **Ápice radicular del incisivo central inferior** se localiza a nivel del punto medio del ápice radicular del incisivo central inferior
- **Borde lingual gingival inferior:** Unión amelocementaria lingual del incisivo inferior
- **Borde labial gingival superior:** Unión amelocementaria vestibular del incisivo superior
- **Borde incisal superior** representa el punto medio del borde incisal del incisivo central superior
- **Ápice radicular del incisivo superior:** Punto medio del ápice radicular del incisivo central superior
- **Borde palatino gingival superior:** Unión amelocementaria palatina del incisivo superior
- **Plano palatino:** Unión del punto Espina Nasal Anterior con el punto Espina Nasal Posterior
- **Plano oclusal:** Está definido por el punto oclusal medio, situado en la superficie de intercuspidación de los primeros molares y el punto incisal medio, comprendido entre los bordes de los incisivos superiores e inferiores
- **Plano mandibular:** Unión del punto Gonion con el punto Menton

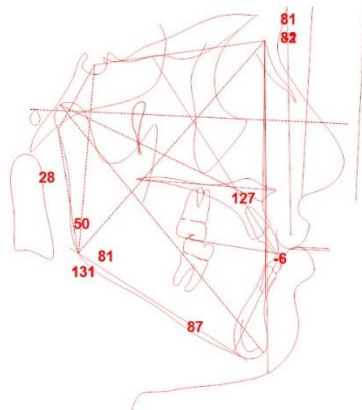
Después de localizar los puntos y planos en cada radiografía, se obtuvieron los trazos y medidas de cada radiografía.

Figura 6-1 Puntos anatómicos y medidas cefalométricas



Photos produced electronically using the Dolphin DIGITAL Imaging System.

Figura 6-2 Trazo cefalométrico



Photos produced electronically using the Dolphin DIGITAL Imaging System.

Las medidas obtenidas fueron: valor, norma, desviación estándar y desviación de la norma, estos datos fueron exportados a la base de datos creada en Excel.

6.5.2 MEDICIÓN DE MODELOS DE ESTUDIO

Teniendo en cuenta el incremento de la aceptación de la tecnología digital dental, además debido a que en la literatura se reporta una gran exactitud en las medidas digitales al ser comparadas con los modelos de yeso, se decidió tomar la medidas digitales (32).

Los modelos de estudio del arco superior fueron digitalizados con el escáner 3Shape R700™, proceso que fue realizado por el Instituto de Estudios Científicos en Odontología IECO S.A.

Figura 6-3. Escáner 3Shape R700™



El escáner 3Shape R700™, cuenta con dos cámaras que permiten escanear con eficacia los modelos y tres ejes los cuales permiten inclinar, girar y trasladar los modelos, facilitando el escaneado desde cualquier perspectiva. Este escáner emplea un tiempo de escaneo de 75 segundos con una exactitud de 20 micras validadas con el medidor Mutitoyo®, por la exactitud que ofrece y la velocidad a la hora de digitalizar los modelos, fue escogido este escáner.

Una vez terminado el proceso de digitalización, se obtuvieron los archivos en formato .STL, los cuales fueron analizados con el software Rhinoceros 5 (64 Bit) Robert McNeel & Associates, mediante una imagen tridimensional observada a 360° para realizar las respectivas mediciones.

Se decidió utilizar este software, ya que ofrece características de precisión, compatibilidad, accesibilidad, utilizado en ingeniería, arquitectura y diseño.

Figura 6-4 Programa Rhinoceros 5 (64-bit)

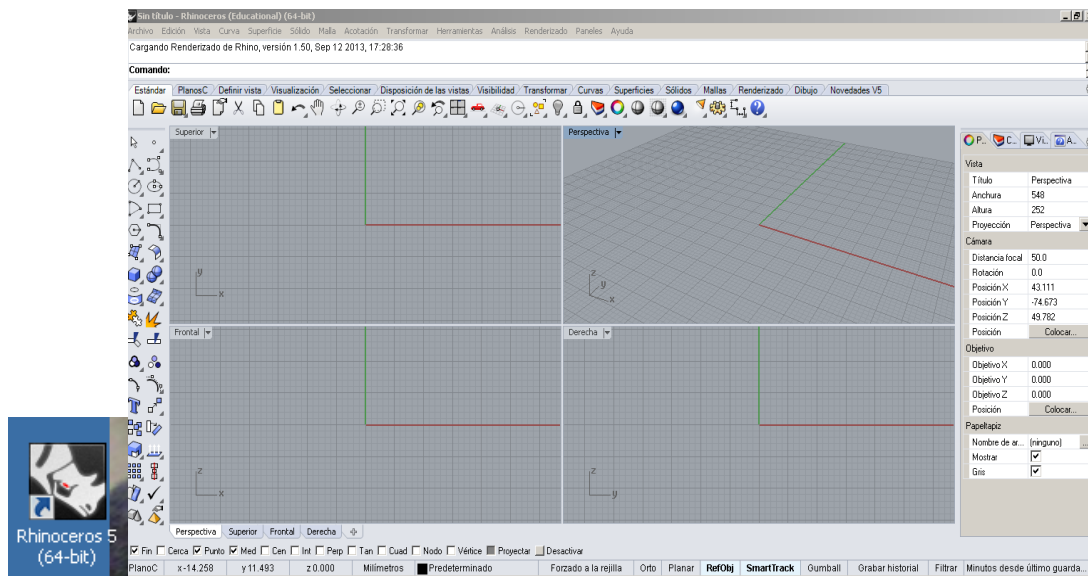
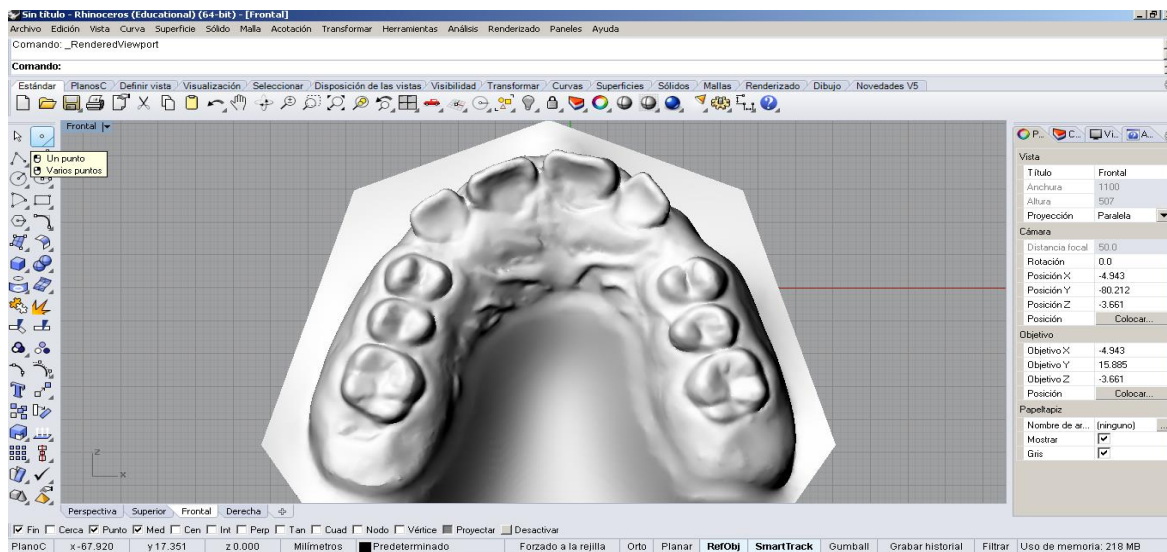


Figura 6-5 Modelo superior digital



Para realizar las mediciones se marcaron los puntos de las cúspides meso-vestibulares de los molares, la superficie distal de los premolares, las cúspides vestibulares de los premolares, la superficie distal de los incisivos laterales y el punto medio entre los dos incisivos centrales. Se decidió tener en cuenta las cúspides meso-vestibulares de los molares y cúspides vestibulares de los premolares para las anchuras interpremolares e intermolares según el estudio de Susan Al-Khateeb y col (33) y Bishara y col (34), además digitalmente eran las cúspides más definidas.

Figura 6-6 Identificación de los puntos

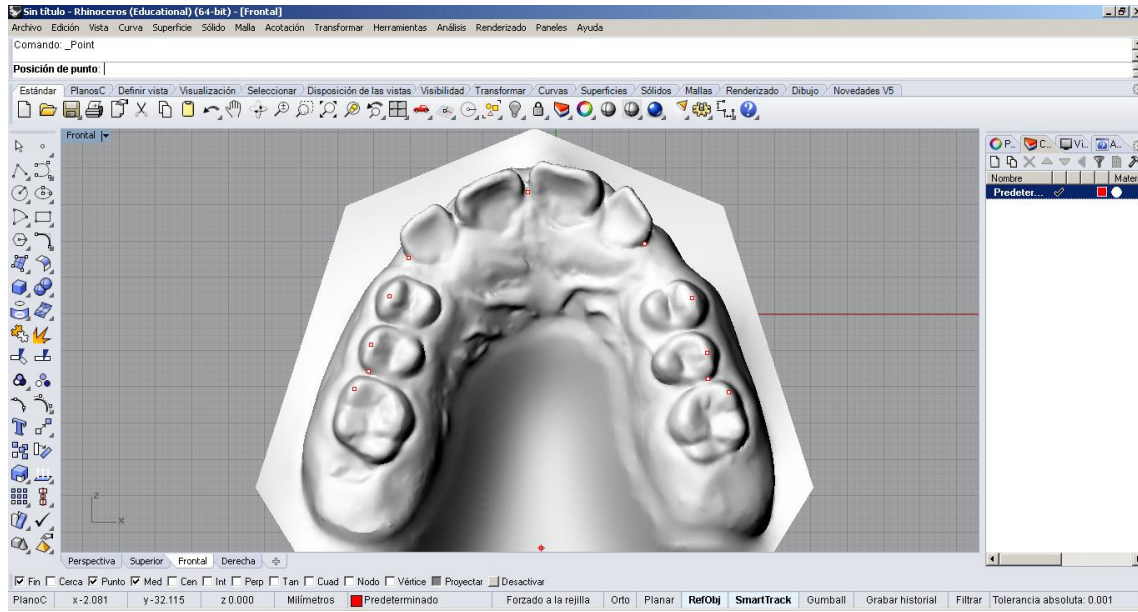


Figura 6-7 Mediciones entre los puntos

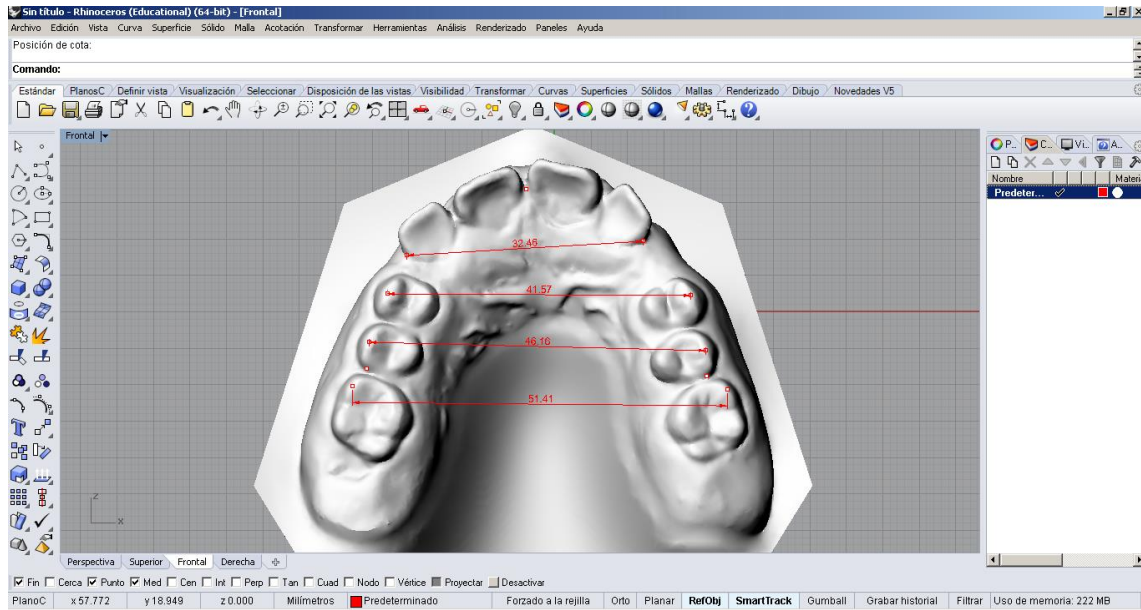
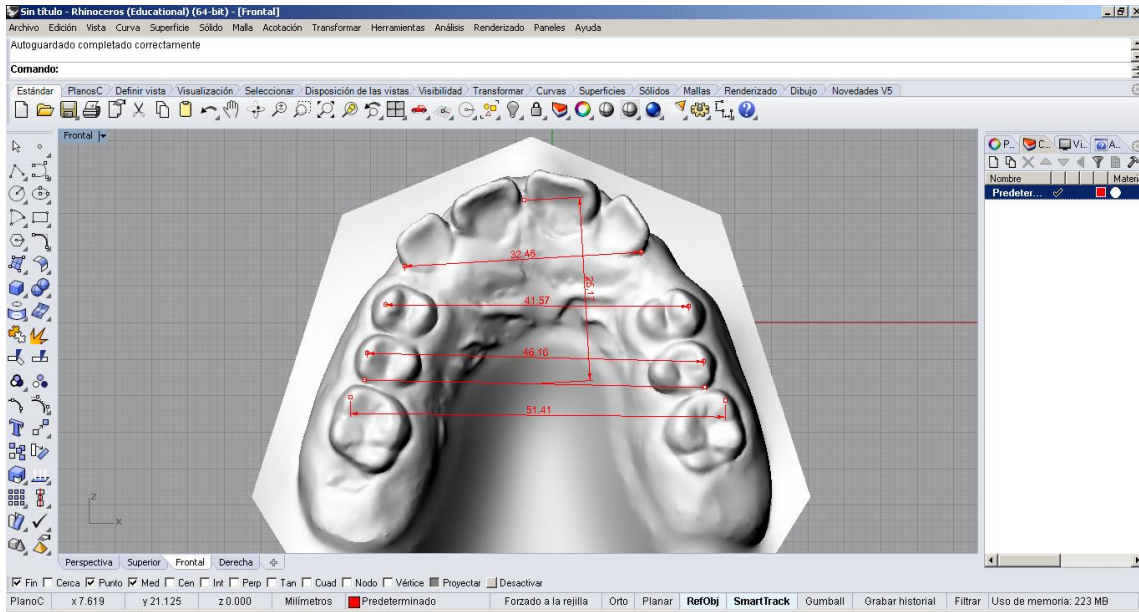


Figura 6-8 Medición de la Longitud de arco



Cada una de las medidas tomadas pre y pos-tratamiento, fueron exportadas a la base de datos de Excel.

Para la medida del perímetro de arco, esta se tomó directamente en los modelos debido a la posibilidad de error en la medida digital por la dificultad de la ubicación de los puntos. Para esta medida se procedió a marcar en cada uno de los modelos una línea que señalaba el límite dentoalveolar, posteriormente se marcó una línea perpendicular proyectada desde la cúspide distovestibular del primer molar superior derecho e izquierdo. Luego se utilizó una banda metálica ceñida señalando la marca del primer molar superior derecho hasta la marca del primer molar superior izquierdo, para su posterior medición con el calibrador pie de rey digital 150mm/6'' Discover ®

Tabla 6-1 Definición de las variables de dimensión de arco.

Variables de dimensión de arco	Definición
Anchura interincisiva (mm)	Distancia entre los puntos distales a los incisivos laterales derecho e izquierdo

Anchura interpremolar (mm)	Distancia entre las cúspides vestibulares de los primeros premolares y segundos premolares derecho e izquierdo.
Anchura intermolar (mm)	Distancia entre las cúspides mesovestibulares de los primeros molares superiores.
Longitud de arco (mm)	Distancia entre una línea tangente a la papila interincisiva de los incisivos centrales y una línea que conecta los puntos más distales de los segundos premolares superiores.
Perímetro de arco	Medida que se toma desde la línea proyectada desde la cúspide disto vestibular del primer molar superior derecho hasta el primer molar izquierdo intersectando la línea gingival que marca el límite dentoalveolar

6.6 MEDICIÓN DEL ERROR

6.6.1 MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS

Para la evaluación del error en la medición de las radiografías, inicialmente se realizó la medición de 20 radiografías laterales con el software Dolphin Imaging 11.7 Premium Beta Patterson Dental, Inc por el Operador A y por el Gold Estándar. Después de 15 días se escogieron aleatoriamente 10 radiografías para volver a ser medidas con el mismo software.

Para el análisis del error interoperador e intraoperador, se utilizó la fórmula de Dahlberg ($\sqrt{\sum d^2/2n}$, donde d es la diferencia entre dos mediciones y n el número de sujetos). En las medidas lineales y angulares en cefalometría el error de reproducibilidad intraoperador en medidas angulares fue en promedio de 1° y en

medidas lineales fue < 0.5 mm. Para el error interoperador en las medidas angulares se obtuvo un valor para operador A: 1° y el operador B $1,5^\circ$.

Las medidas con mayor grado de error de Dahlberg entre operadores fueron: Angulo de la convejidad; longitud mandibular y longitud Maxilar, que tuvieron error del orden de $> 2^\circ$ o 2 mm.

6.6.2 MEDIDAS EN MODELOS DE ESTUDIO

Para la evaluación del error en los modelos, se realizó inicialmente la medición de los 20 modelos de estudio con el software Rhinoceros 5 (64-bit) por el Operador A y por el Operador B. Quince días después se escogieron 10 modelos de estudio teniendo en cuenta que fueran los mismos pacientes que ya se habían elegido aleatoriamente en la medición del error de las radiografías laterales.

Para evaluar el error intraoperador, se hizo correlación de medidas repetidas y prueba t de Student para las medidas encontrando un coeficiente de correlación promedio superior a 0,97 y un valor p muy aceptable ($< 0,01$). Error interoperador se encontró para el operador A un error de reproducibilidad de Dahlberg en promedio de todas las medidas lineales en modelos de 0.3 mm y para el operador B el error fue de 0.4 mm.

6.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico fue realizado por el Dr Luis Rogelio Hernández Montenegro Magíster en Estadística para la educación superior de la UANL, Monterrey México.

Se utilizó el programa R para Excel. Versión 3.2.0 de 2015. Versión de uso libre, Universidad de Zurich, Suiza. El nivel de significancia se fijó en $p = 0,05$ excepto para las pruebas múltiples en las cuales se hizo la corrección de Bonferroni, por lo cual se bajó a $p = 0,02$. Esto significa que se considera como significativa una diferencia o correlación solamente si $p < 0.05$.

Pruebas: Para variables paramétricas, con distribución aceptablemente normal según la prueba de Kolmogorov-Smirnoff, se usó: la prueba t pareada para comparar diferencias entre valores pre y post-tratamiento. Para subgrupos por ubicación y lateralidad se hizo ANOVA de una vía y t de Bonferroni.

Para la medida de Wits se usó la prueba T de Wilcoxon para rangos con signos diferentes. Se aclara que la medida de Wits debido a que presenta signos diferentes debería tratarse estadísticamente en forma diferente, pero como en la literatura se maneja el promedio y la desviación estándar, se conservó esta práctica pero se aplicó la prueba T de Wilcoxon para la comparación.

8. RESULTADOS

Respecto a los cambios en los modelos, pre y pos-tratamiento, hubo un aumento significativo en todas las medidas excepto en la medida de anchura intermolar.

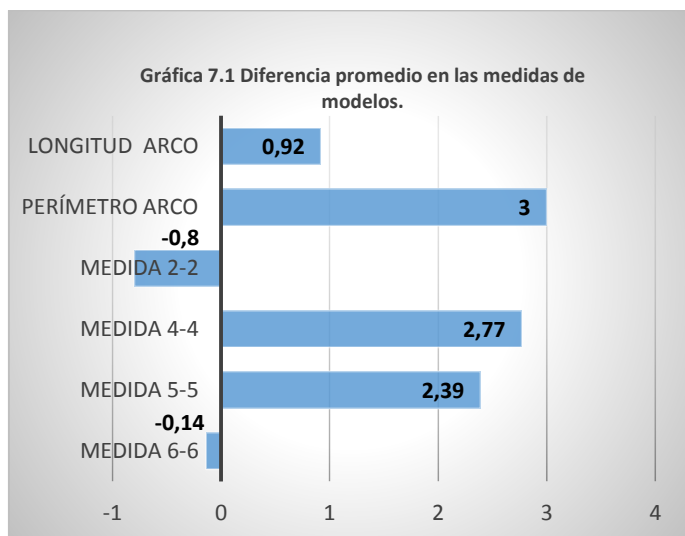
En la medida 6-6 no hubo diferencia significativa $p=0,698$, no se puede afirmar si tiende al aumento o a la disminución. La tendencia general es hacia el aumento de la medida en 5-5 y 4-4 pues en 17 de 20 casos hubo aumento (85%), pero la medida 2-2 tiende a disminuir, pues fue más baja en 13 de los 20 casos (65%) con un promedio de disminución de 0.8mm. El perímetro de arco no tuvo cambios estadísticamente significativos postratamiento.

En cuanto a la longitud de arco hubo un aumento en el postratamiento en 14 de los 20 casos lo que equivale al 70% de la muestra, con una diferencia de aumento de 0,92 mm (Tabla 7-1).

TABLA 7-1 - CAMBIOS EN LAS DIMENSIONES EN MODELOS (mm) Prom \pm S							
	Pre	Post	Diferencia	Aumentó en	Disminuyó en	Sin cambio	p
Medida 6-6	53,44 \pm 4	53,3 \pm 3,8	-0,14	11	9	0	0,698
Medida 5-5	47,1 \pm 3,65	49,4 \pm 3,42	2,39	17	3	0	*0,001
medida 4-4	41,8 \pm 3	44,73 \pm 3	2,77	17	3	1	*0,00004
Medida 2-2	28,83 \pm 3,46	27,92 \pm 2,96	-0,8	7	13	0	*0,038

Perímetro arco	97,52 ± 5,77	100,55 ± 7,6	3	14	6	0	0,051
Longitud arco	22,29 ± 2,3	23,22 ± 2,53	0,92	14	6	0	*0,04

En cuanto a la tendencia del cambio, en la gráfica 7.1 se muestra que ésta no fue constante en ningún caso.

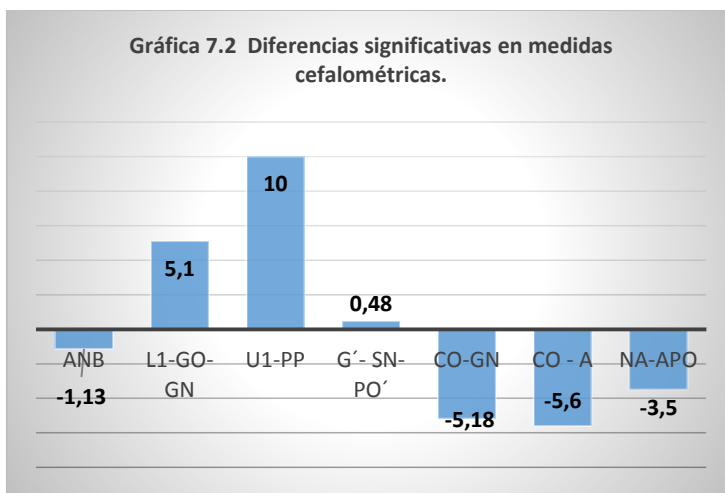


En las 9 medidas cefalométricas el cambio fue significativo solamente para: ANB, U1-PP, Co-A y NA-APo (Tabla 7-3). Solo hay una clara tendencia al aumento en U1-PP que aumentó en 17 casos (85%). Para las medidas de Wits, Plano palatino/plano mandibular, G´- Sn- Po´, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el postratamiento.

TABLA 7-2 CAMBIOS EN LAS MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS (Promedio ± S) (° / mm)							p
	Pre	Post	Diferencia	Aumentó en	Disminuyó en	Sin cambio	
SNA	83,54 ± 4,25	82,2 ± 3,7	-1,34	7	13	0	0,069
SNB	81,21 ± 3,25	81,05 ± 2,93	-0,16	7	13	0	0,8
ANB	2,3 ± 2,12	1,17 ± 2,34	-1,13	3	17	0	*0,014
Witts	*-1,715 ± 2,94	*-1,66 ± 2,6	-0,05	8	12	0	0,91

PP-MP	27,84 ± 5,3	26,81 ± 5,73	-1	7	13	0	0,45
U1-PP	113 ± 9,34	123 ± 5,3	10	17	3	0	*0,0001
G´ - Sn- Po´	167,63 ± 5,11	168,11 ± 4,8	0,48	11	9	0	0,623
Co - A	87,12 ± 7,87	81,52 ± 6,4	*-5,6	7	12	1	*0,01
NA-APo	4,2 ± 4,83	0,715 ± 6,17	-3,5	4	16	0	*0,0025

La razón de que no haya cambios significativos es que la tendencia del cambio es variable como se aprecia en la Gráfica 7.2.



Al comparar los tres subgrupos según la ubicación de la impactación, no se encontraron diferencias significativas para ninguna medida en los modelos ni en las cefalometrías (Tablas 7-3 y 7-4). Esto puede ser porque al reducirse el tamaño de la muestra se acentúan los efectos de tendencias variables en la dirección del cambio.

Al separar los datos en dos subgrupos: bilaterales vs. unilaterales (n = 10) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre estos dos subgrupos para las medidas en modelos ni para las cefalometrías, en valores iniciales ni finales. Por indicación del estadístico, no se consideró mostrar una tabla que

mostrar la comparación según este subgrupo debido a que el comportamiento fue igual al del subgrupo según ubicación de la impactación.

Dentro de los subgrupos se conservan las diferencias que fueron significativas en la muestra total. Con ciertas limitaciones se puede concluir que la ubicación vestibular, palatina o bicortical no influye en los cambios en las medidas de modelos o de cefalometría.

TABLA 7-3 - ANÁLISIS DE SUBGRUPOS POR UBICACIÓN DE IMPACTACIÓN				
Modelos	Subgrupos:	Bicortical (n = 8)	Vestibular(n = 5)	Palatino (n = 7)
		Medida 6-6 Pre	52,73 ± 3,91	54,4 ± 3,37
	Medida 6-6 Pos	53,12 ± 3,37	53,74 ± 4,3	53,2 ± 4,44
	Medida 5-5 Pre	46,5 ± 4,28	47,52 ± 1,93	47,41 ± 4,31
	Medida 5-5 Pos	49,63 ± 3,45	49,67 ± 3,96	48,92 ± 3,51
	Medida 4-4 Pre	41,18 ± 3,28	42,32 ± 1,37	42,27 ± 3,52
	Medida 4-4 Pos	44,21 ± 3,5	46,15 ± 1,94	44,47 ± 2,94
	Medida 2-2 Pre	28,83 ± 3,34	30,29 ± 2,46	27,77 ± 4,2
	Medida 2-2 Pos	28,66 ± 2,94	29 ± 2,15	26,41 ± 3,2
	Perímetro arco pre	98,44 ± 6,12	96,2 ± 6,1	97,43 ± 5,9
	Perímetro arco pos	100,87 ± 7,83	101,4 ± 9	99,57 ± 7,56
	Longitud arco pre	23,57 ± 2,1	21,2 ± 2,3	21,6 ± 2,13
	Longitud arco pos	23,61 ± 2	22,52 ± 3,3	23,3 ± 2,71

TABLA 7-4 - ANÁLISIS DE SUBGRUPOS POR UBICACIÓN DE IMPACTACIÓN				
Cefalometría		Bicortical (n = 8)	Vestibular(n = 5)	Palatino (n = 7)
		SNA Pre	84,3 ± 4,43	80,18 ± 4,68
	SNA pos	81,56 ± 4	80,98 ± 4,28	83,81 ± 2,77
	SNB Pre	81,9 ± 2,58	78,42 ± 4,4	82,41 ± 2
	SNB Pos	81,05 ± 2,9	79,86 ± 4,21	81,9 ± 1,92
	ANB Pre	2,33 ± 2,4	1,76 ± 1,83	2,65 ± 2,21
	ANB Pos	0,525 ± 1,32	1,18 ± 3,47	1,91 ± 2,47
	Witts Pre	*-2 ± 3,3	*-2,7 ± 3,3	**0,57 ± 2
	Witts pos	*-1,6 ± 2,2	*-2,48 ± 3,5	*-1,1 ± 2,5
	PP-MP Pre	26,82 ± 3,65	30,16 ± 5,1	
	PP-MP pos	25 ± 4,1	26,2 ± 7,27	

U1-PP Pre	113,37 ± 8	111,46 ± 10,72	113,78 ± 11
U1-PP Pos	124,5 ± 5,32	123,84 ± 3,75	120,75 ± 6,1
G´ - Sn- Po´Pre	168,16 ± 5,1	163,68 ± 5,23	169,84 ± 3,9
G´ - Sn- Po´Pos	169,2 ± 4,24	166,66 ± 6,24	167,91 ± 4,72
Co - A Pre	84,41 ± 6,14	87,4 ± 7,9	90 ± 9,55
Co-A Pos	79,46 ± 3,18	85,7 ± 11,1	80,9 ± 3,82
NA-Apo Pre	4 ± 5,4	3,72 ± 4,73	4,77 ± 5
NA-Apo pos	*-1,56 ± 2,7	1,5 ± 8,68	2,77 ± 7

9. DISCUSIÓN

Los caninos superiores son los dientes más frecuentemente retenidos exceptuando los terceros molares. Según el estudio realizado por Thilander y col en el 2001 acerca de la prevalencia de maloclusión en adolescentes en Bogotá, se encontró que un 3.1 % de los pacientes presentaban dientes impactados, esto exceptuando los terceros molares, siendo el canino maxilar el más afectado con un 1.7 %, seguido de los premolares maxilares y mandibulares con 1.2 % y luego con un porcentaje menor los incisivos maxilares y caninos mandibulares con un 0.1 % cada uno (35).

Al realizar la tracción de los caninos es importante minimizar los efectos indeseables en los dientes adyacentes, por lo que se hace indispensable tener un anclaje rígido que permita aplicar un sistema de fuerzas óptimo (5). En el protocolo de tracción transalveolar con resortes cerrados de Ni-Ti utilizado en los pacientes del estudio, se utilizó anclaje rígido en todos los pacientes lo que impidió que se generaran efectos indeseados como la intrusión de los dientes adyacentes. Además el hecho de permitir que el resorte cerrado de Ni-Ti repose sobre este anclaje, permite que las fuerzas de disipen, haciéndolas constantes pero biológicamente aceptables, disminuyendo la posibilidad de efectos deletéreos.

Existe controversia entre los ortodoncistas acerca de traccionar o no los caninos impactados, sin embargo, en la muestra de este estudio se observó que todos los

pacientes evaluados, se les realizó la tracción de los caninos retenidos con resortes cerrados de Ni-Ti, logrando llevarlos al arco de manera exitosa. En cuando al protocolo de tracción que se realizó en este estudio, se tuvo en cuenta la técnica quirúrgica cerrada ya que comparada con la técnica quirúrgica abierta, se obtienen mejores resultados (22) (23).

Teniendo en cuenta que entre los efectos asociados con la impactación de los caninos se encuentra la migración de los dientes vecinos con pérdida de longitud de arco (8), el tratamiento de tracción en busca de generar espacio para ubicar el canino en el arco con el uso de resortes abiertos de Ni-Ti 0,045" x 0,012" se genera un aumento de esta longitud y aumento de las anchuras interpremolaes, resultados obtenidos en este estudio. El hecho de que las anchuras intermolaes se hayan mantenido sin cambios significativos postratamiento, se debe al uso del anclaje rígido por palatino anclados a bandas en los primeros molares, lo que permitió un ensanchamiento a nivel de la zona de premolaes (zona libre) y un aplanamiento del segmento anterior. La disminución postratamiento en la anchura interincisiva se presentó debido a que la mayoría de los pacientes presentaban reabsorción de los laterales, y durante el proceso prequirúrgico, transquirúrgico y de tracción no fueron involucrados estos dientes en el arco vestibular hasta que el canino llegara a su espacio, por lo que se sugiere hacer un estudio con el tratamiento completamente terminado.

En el estudio realizado por Kazem Al- Nimri (6) acerca de las características dentales y oclusales en pacientes con caninos maxilares impactados en palatino, encontraron mayores dimensiones transversales maxilares a nivel de premolaes y molares comparados en un grupo de pacientes sin impactación de caninos. Estas diferencias no se encontraron al evaluar la longitud y perímetro de arco. Con relación a la etiología de la impactación de los caninos por vestibular, esta se ha asociado a una deficiencia maxilar transversal, mientras que para la impactación por palatino con exceso (5), sin embargo, en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas al analizar los subgrupos estudiados teniendo en cuenta la

ubicación de la impactación ni la lateralidad, conservándose las diferencias que fueron significativas en la muestra total, aunque esto puede deberse al tamaño de la muestra por lo que con ciertas limitaciones se puede concluir que la ubicación de la impactación ni lateralidad, influyen en los cambios en las medidas de los modelos.

Susan Al-Khateeb y col (2013) compararon el comportamiento de los arcos de arco dentales entre el lado de impactación vs. lado de no impactación en el mismo paciente en una muestra de 100 sujetos con impactación unilateral palatina de canino superior. Se realizaron mediciones de la distancia intermolar e interpremolar, encontrando un aumento significativo en la distancia intermolar e interpremolar en el lado de impactación. Al comparar el grupo control, no se evidenciaron diferencias en las anchuras intermolares e interpremolares al comparar los dos lados. Al comparar el grupo que presentaba impactación del canino, este mostró menores dimensiones transversales, ellos refieren que esto puede deberse al subdesarrollo de la cresta alveolar como resultado del desplazamiento del canino (33). En los resultados del presente estudio se encuentra como efecto del tratamiento de tracción un aumento de las anchuras interpremolares lo que ayuda a generar el espacio adecuado para la tracción del canino, para los anchos intermolares estos se mantuvieron estables.

En cuanto a la etiología de la impactación del canino, ha existido controversia entre los diferentes autores, McConnell y col (1993) en su estudio observaron deficiencia transversal del maxilar en pacientes con caninos impactados palatinos (7). Adicionalmente, Schindel y Duffy (2007) encontraron una mayor frecuencia de impactación de caninos impactados palatinos unilaterales en pacientes con deficiencia transversal del maxilar (8). Por otra parte, Langberg y Peck (2000) no observaron ninguna diferencia en los anchos del arco maxilar en pacientes con impactación de caninos palatinos al compararse con una muestra control (28). Sin embargo, autores como Al-Nimri concluyeron en su estudio que las dimensiones transversales fueron significativamente mayores en el grupo de caninos impactados por palatino, al ser comparados con su grupo control (6). Estas diferencias pueden

deberse a las características propias de la muestra. Por los resultados obtenidos en este estudio se muestra que el tratamiento para la tracción genera un aumento de las dimensiones transversales sobre todo a nivel de los premolares, con el fin de obtener el espacio adecuado para la tracción del canino, por lo que se puede inferir que los pacientes con impactación del canino ya sea palatino, vestibular o centrada bicorticalmente, presentan deficiencia transversal del maxilar.

En el presente estudio al analizar los cambios en los modelos postratamiento, se evidenció un aumento significativo en las anchuras interpremolares lo que puede estar relacionado con los resultados del estudio de Susan Al-Khateeb, Mc Conell, Schindel y Duffy (7,8,33) quienes relacionan la retención de los caninos con la deficiencia transversal del maxilar, por lo que el tratamiento para generar el espacio adecuado para la tracción del canino se hace a expensas del aumento de la anchura interpremolar y aumento de la longitud de arco.

Para los cambios esqueletales postratamiento, en las 9 medidas cefalométricas el cambio fue significativo solamente para: ANB, L1-Go-Gn, U1-PP, Co-A y NA-APo. Al comparar los subgrupos según la ubicación de la impactación y la lateralidad, no se encontraron diferencias significativas para ninguna medida en las cefalometrías.

En el estudio realizado por Cernochova y col (2012) analizaron las características dento-esqueléticas en pacientes con caninos impactados por palatino y vestibular. Ellos encontraron que los pacientes con impactación de caninos por palatino presentaron un SNA mayor y un ángulo 1/SN menor al ser comparado con el grupo control y con el grupo con impactación de caninos por vestibular. Al realizar el análisis del ANB, se encontraron diferencias significativas en los pacientes con caninos impactados por palatino mostrando una Clase I esquelética, mientras que los pacientes con impactación de los caninos por vestibular presentaron una Clase III esquelética (9). En el presente estudio al comparar el SNA pretratamiento y postratamiento, no hubo diferencias significativas ni en la muestra total ni al hacer la comparación según los subgrupos de estudio lo que difiere al estudio realizado

por Cernochova y col (9), ya que ellos relacionan un SNA aumentado con la retención de los caninos. Al comparar el ANB hubo una disminución significativa en la muestra total, sin diferencias al analizar los subgrupos. Esta disminución del ANB se explica por el aplanamiento del segmento anterior generada por el efecto de la expansión a nivel de los premolares para generar el espacio adecuado para la tracción del canino lo que llevó a una posición más posterior del punto A (36) (37). Así mismo esta posición posterior del punto A postratamiento generó disminución de la medida Co-A y NA-APog

En la literatura no se reportan estudios que evalúen los cambios dentoalveolares ni esqueléticos posteriores a la tracción de caninos maxilares retenidos implementando un protocolo estandarizado, la mayoría son reportes de caso (38,39,40), los cuales reportaron una disminución del ángulo ANB, proinclinación de los incisivos superiores e inferiores sin cambios en la verticalidad teniendo en cuenta el plano mandibular y el plano palatino, resultados concordantes a los encontrados con el presente estudio. Ellos concluyen que la disminución del ANB se dio como resultado de la rotación anterior de la mandíbula y debido a una leve disminución del SNA por el cambio hacia distal del punto A, cambios generados por la expansión previa del maxilar realizada por el Quad Helix.

Según Cernochova y col (9) los pacientes con impactación del canino por palatino presentaron una mayor retroinclinación de los incisivos superiores al ser comparados con el grupo control y con el grupo con impactación de caninos por vestibular aunque esta medida fue tomada teniendo como referencia el plano SN lo que podría variar dependiendo la inclinación del plano SN. Ludicke y col (2008) compararon la inclinación de los incisivos superiores y la posición del maxilar superior en pacientes con impactación de caninos de los cuales 147 presentaban impactación palatina y 51 impactación por vestibular. Ellos encontraron que los pacientes con impactación palatina presentaron un mayor SNA y una mayor retroinclinación de los incisivos superiores, los autores correlacionan esto con una mayor disponibilidad de espacio palatino sobre la base apical de los incisivos y una

pérdida del papel del incisivo lateral como guía en la erupción del canino (41). Al analizar U1-PP en el presente estudio, hubo una tendencia clara a aumentar en el postratamiento al analizar la muestra total aumentándose así la longitud de arco para poder traccionar el canino. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas al analizar los subgrupos según tipo de impactación pre o postratamiento. Se muestra que el promedio de 1/PP pretratamiento en impactación bicortical fue de $113,37 \pm 8$, en impactación vestibular de $111,46 \pm 10,72$ y en impactación palatina de $113,78 \pm 11$, valores muy similares para los tres grupos. En cuanto a los cambios postratamiento, se presentó un aumento significativo de 1/PP $p=0,0001$ con un promedio de $123^\circ \pm 5,3$ en la muestra total, esto como efecto del uso de los resortes abiertos de Ni-Ti $0,045'' \times 0,012''$ utilizados para preparar el espacio de la tracción. Los resultados del presente estudio se relacionan con el estudio de Cernochova y col (9) quienes asocian la retroinclinación de los incisivos superiores con la retención de los caninos, por lo que el tratamiento para su tracción y ubicación en el arco requiere de una proinclinación de los incisivos superiores para generar el espacio adecuado aumentando la longitud de arco.

Identificando los cambios que se generan al traccionar los caninos, como aumento de la longitud de arco, anchuras interpremolares y proinclinación de los incisivos superiores, mediante un tratamiento temprano con mecánicas como la distalización de molares con tracción cervical y uso de aparatos de disyunción como Quad Helix y Hyrax, se podría prevenir la impactación de los caninos. (42)(43)

Los resortes cerrados de NiTi para tracción de dientes retenidos permiten fácil activación y reactivación, alto rango de trabajo, periodo de fuerza constante en el período en la desactivación, evidente capacidad de carga, biocompatibilidad y fácil esterilización (24). A temperatura constante los resortes cerrados de NiTi presentan el típico comportamiento de aleaciones superelásticas con un rango de superelasticidad entre 3 y 8mm (44). Dichas propiedades están suficientemente probadas en biomecánica ortodóncica convencional no quirúrgica para retracción y protracción dentoalveolar con fuerzas helicoidales, lo que reafirma claras ventajas

biomecánicas sobre otros métodos de tracción como la ligadura trenzada, módulos elastoméricos, resortes de ballesta, ligaduras y cadenas de oro entre otros.

Estudios sobre tracción transósea, transalveolar y transmucoperióstica con resortes cerrados de NiTi para dientes retenidos que comparen los cambios esqueléticos y dentoalveolares postratamiento no han sido aún reportados, la literatura al respecto se ha limitado a reportes de casos o series de casos en los cuales no hay un protocolo para tracción estandarizado.

En nuestra revisión de la literatura, tres tópicos fundamentales no encontraron antecedentes publicados: el primero, protocolos secuencialmente programados con estándares en diagnóstico y tratamiento ortoquirúrgico para caninos retenidos; el segundo, tracción transósea-transmucoperióstica con resortes cerrados de NiTi con ojaletes; y un tercero, antecedentes epidemiológicos de caninos retenidos en posición dentoalveolar centrada bicortical. Los resultados en nuestro estudio diagnosticado con tomografía TCHC-3D mostraron que el 40% de la muestra presentaba caninos retenidos en posición dentoalveolar centrada bicorticalmente afectando en algún grado la raíz de los incisivos.

No hubo diferencias estadísticamente significativas, al analizar los subgrupos, lo pudo estar relacionado con el tamaño de la muestra.

Es importante en próximos estudios evaluar la altura y espesor dentoalveolar mediante evaluación tridimensional con TCHC

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- Se hallaron incrementos significativos en las anchuras interpremolares y longitud de arco posterior a la tracción de caninos maxilares.

- No se encontró relación entre la posición vestibular, palatina o centrada del canino retenido y dimensiones esqueléticas y dentales
- Se observó aumento significativo en la medida cefalométrica U1-PP y disminución en las medidas CoA, NAPo y ANB posterior a la tracción de los caninos maxilares
- Se halló impactación bicortical en el 40% de la muestra, posición no reportada hasta ahora en la epidemiología de caninos retenidos.
- No se encontraron estudios que hayan evaluado cambios dento-esqueléticos con un protocolo estandarizado para la tracción de caninos retenidos.

9.2 RECOMENDACIONES

- Aumentar el tamaño de la muestra para próximos estudios con evaluación tomográfica tridimensional (3D) pre y postratamiento en razón a que la muestra presentó reabsorción radicular en al menos un incisivo.
- Realizar estudios evaluando las dimensiones tridimensionales(3D) basales y alveolares como consecuencia de tratamientos de tracción .
- Uso del software Rhinoceros 5 (64Bit) para la medición digital de modelos en estudios posteriores por ser software libre de alta precisión y fácil manipulación.
- Estudio biomecánico en laboratorio para evaluación de carga y descarga de los resortes cerrados de NiTi con ojaletes en modelos de simulación.
- Estudios para evaluar la epidemiología de los caninos retenidos centrados bicorticalmente.
- Investigaciones para seguimiento de las reabsorciones radiculares en incisivos causadas por caninos maxilares retenidos.

10 BIBLIOGRAFÍA

- 1 Rizvi, A., Ausaf, S., Shaheed, M., Ayub, A., Zareen, S., Masood, O. Association of Maxillary Transverse Discrepancy And Impacted Maxillary Canines. *Pakistan oral and dental journal*. 2012. 32(3):439-443.
- 2 Smith, B., Stewart, K., Liu, S., Eckert, G., Kula, K. Prediction of orthodontic treatment of surgically exposed unilateral maxillary impacted canine patients. *Angle Orthod*. 2011; 82(4):723-731.
- 3 Konda, P., Ahmed, M. U., Ali, S. M., Konda, A. Impacted Maxillary Canine-At a Glance. *International Journal of Contemporary Dentistry*, 2011; 2(6):65-70
- 4 Bedoya, M. M., Park, J. H. A review of the diagnosis and management of impacted maxillary canines. *J Am Dent Assoc*. 2009. 140(12): 1485-1493
- 5 Becker, A. *Orthodontic treatment of impacted teeth*. 3 ed. Blackwell Publishing 2012
- 6 Al-Nimri, K., Gharaibeh, T. Space conditions and dental and occlusal features in patients with palatally impacted maxillary canines: an aetiological study. *Eur J Orthod*, 2005; 27(5):461-465.
- 7 McConnell T, Hoffman D, Forbes D, Jensen E, Wientraub N. Maxillary canine impaction in patients with transverse maxillary deficiency. *J Dent Child*. 1996. 63:190–195.
- 8 Schindel R, Duffy SL. Maxillary transverse discrepancies and potentially impacted maxillary canines in mixed-dentition patients. *Angle Orthod*. 2007. 77:430–435.
- 9 Cernochova, P., Izakovicova-Holla, L. Dentoskeletal characteristics in patients with palatally and buccally displaced maxillary permanent canines. *Eur J Orthod*. 2012 34(6):
- 10 Bishara, S. E. Impacted maxillary canines: a review. *Am J Dentofacial Orthop*. 1992. 101(2) :159-171
- 11 Yan, B., Sun, Z., Fields, H., Wang, L., Luo, L.. Etiologic factors for buccal and palatal maxillary canine impaction: a perspective based on cone-beam computed tomography analyses. *Am J Dentofacial Orthop*. 2013. 143(4), 527-534
- 12 Haney, E., Gansky, S. A., Lee, J. S., Johnson, E., Maki, K., Miller, A. J. n Huang, J. C. Comparative analysis of traditional radiographs and cone-beam computed tomography volumetric images in the diagnosis and treatment planning of maxillary impacted canines. *Am J Dentofacial Orthop*. 2010.137(5): 590-597.

- 13 Hodges, R. J., Atchison, K. A., White, S. C. Impact of cone-beam computed tomography on orthodontic diagnosis and treatment planning.. Am J Dentofacial Orthop. 2013.143(5):665-674
- 14 Cavallini, C., Galluccio, G., Ersilia Barbato DDS, M. S..Localization of impacted maxillary canines using cone beam computed tomography. Review of the literature. Ann Stomatol. 2012.3(1):14-18
- 15 Serrant, P. S., McIntyre, G. T., Thomson, D. J. Localization of ectopic maxillary canines—is CBCT more accurate than conventional horizontal or vertical parallax? J Orthod, 2014.41(1):13-18
- 16 Ali, B., Shaikh, A., Fida, M.. Association between sella turcica bridging and palatal canine impaction. Am J Dentofacial Orthop. 2014. 146(4): 437-441
- 17 Schindel, R. H., Duffy, S. L. Maxillary transverse discrepancies and potentially impacted maxillary canines in mixed-dentition patients. Angle Orthod. 2007. 77(3): 430-435
- 18 Nanda, Ravindra. Esthetics and Biomechanics in Orthodontics. Elsevier Health Sciences, 2012. Chapter 7:121-132
- 19 Samuels, R. H. A., Peak, J. D. Use of nickel titanium closed-coil springs to align unerupted teeth: a case report. Am J Dentofacial Orthop, 1998. 113(3): 353-358
- 20 Algerban, A., Hedesi, M., Baciut, M., Nackaerts, O., Jacobs, R., Fieuws, S., Willems, G. Pre-surgical treatment planning of maxillary canine impactions using panoramic vs. cone beam CT imaging. Dentomaxillofac Rad, 2013. 42(9)
- 21 Kokich, V. Mathews, D. Orthodontic and surgical management of impacted teeth. 2014 Quintessence Books
- 22 Uncovering labially impacted teeth: apically positioned flap and closed-eruption techniques. Angle Orthod 1995. 65:23-32.
- 23 Becker A, Brin I, Ben-Bassat Y, Zilberman Y, Chaushu S. Closed-eruption surgical technique for impacted maxillary incisors: a postorthodontic periodontal evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;122:9-14
- 24 Manhartsberger, C., Seidenbusch, W. Force delivery of Ni-Ti coil springs. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1996;109 (1): 8-21.
- 25 Samuels, R. H. A., Orth, M., Rudge, S. J., Mair, L. H. A comparison of the rate of space closure using a nickel-titanium spring and an elastic module: a clinical study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1993.103(5):464-467.
- 26 Santoro, M., Nicolay, O. F., Cangialosi, T. J. Pseudoelasticity and thermoelasticity of nickel-titanium alloys: A clinically oriented review. Part I: Temperature transitional ranges. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001.119(6):587-593.

- 27 Maganzini, A. L., Wong, A. M., Ahmed, M. K. Forces of various nickel titanium closed coil springs. *Angle Orthod.* 2010.80 (1): 182-187.
- 28 Langberg B, Peck S. Adequacy of maxillary dental arch width in patients with palatally displaced canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118:220–223
- 29 Kim, Y., Hyun, H. K., Jang, K. T. Interrelationship between the position of impacted maxillary canines and the morphology of the maxilla. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012.141(5):556-562.
- 30 Ministerio de Salud y Protección Social. [Online].; 2011 [consultado 2014 Enero]. Disponible en:
<http://www.minsalud.gov.co/Normatividad/RESOLUCION%208430%20DE%201993.pdf>
- 31 Uysal, T., Baysal, A., Yagci, A. Evaluation of speed, repeatability, and reproducibility of digital radiography with manual versus computer-assisted cephalometric analyses. *Eur J Orthod,* 2009.31 (5):523-528.
- 32 Kim J, MO L. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod.* 2016; 46(1):13-19.
- 33 Al-Khateeb, S., Abu Alhaija, E. S., Rwaite, A., Burqan, B. A. Dental arch parameters of the displacement and nondisplacement sides in subjects with unilateral palatal canine ectopia. *Angle Orthod.* 2012. 83(2): 259-265.
- 34 Bishara Jakobsen, B. H. J., Kohout, F. Changes in the molar relationship between the deciduos and permanent dentitions: a longitudinal study. *Am J of Orthod Dentofacial Orthop,* 1998.93:19-28.
- 35 Thilander, B., Pena, L., Infante, C., Parada, S. S., de Mayorga, C. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. *Eur J Orthod,* 2001. 23(2):153-168.
- 36 Sandikçiolu, M., Hazar, S. (1997). Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J of Orthod Dentofacial Orthop.* 111(3), 321-327.
- 37 Farman, A. G., Cottone, P. M. (1997). Cephalometric Point “A” Position Following Palatal Expansion. *Acta Stomatol Croat.* 31(2), 91-98.
- 38 Tausche, E., Harzer, W. Treatment of a patient with Class II malocclusion, impacted maxillary canine with a dilacerated root, and peg-shaped lateral incisors. *Am J of Orthod Dentofacial Orthop.* 2008. 133(5):762-770.
- 39 Cowan, R. G. Treatment of a patient with a Class II malocclusion, impacted canine, and severe malalignment. *Am J of Orthod Dentofacial Orthop.* 2000.118(6):693-698.

- 40 Suri, S., Utreja, A., Rattan, V. Orthodontic treatment of bilaterally impacted maxillary canines in an adult. *Am J of Orthod Dentofacial Orthop.* 2002. 122(4):429-437.
- 41 Lüdicke G, Harzer W, Tausche E Incisor inclination— risk factor for palatally-impacted canines . *J Orofac Orthop.* 2008.69:357–364.
- 42 Silvola, A. S., Arvonen, P., Julku, J., Lähdesmäki, R., Kantomaa, T., Pirttiniemi, P. Early headgear effects on the eruption pattern of the maxillary canines. *Angle Orthod.* 2009(3):540-545.
- 43 Ngan, P., Hornbrook, R., Weaver, B. Early timely management of ectopically erupting maxillary canines. *Semin Orthod.* 2005(11):152-163.
- 44 Martínez E, Herrera M E, Pardo M A. Efecto de los cambios súbitos de temperatura (5-50°) sobre la fuerza liberada por tres tipos de resortes de Nitinol superelásticos. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia Posgrado de Ortodoncia. 2011

